

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-269611

(43)公開日 平成10年(1998)10月9日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

A

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-93247

(22)出願日 平成9年(1997)3月27日

(71)出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72)発明者 小笠原 昌和

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号

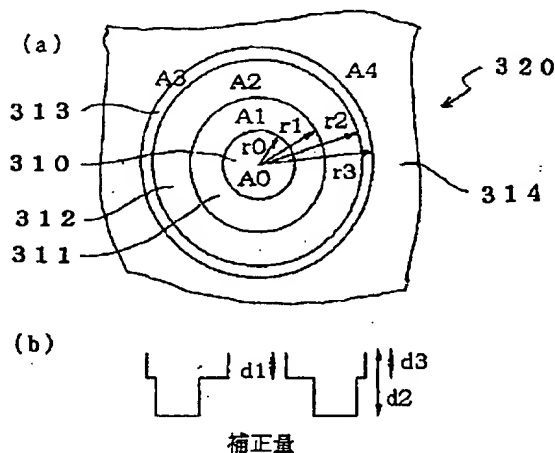
バイオニア株式会社総合研究所内

(54)【発明の名称】 光ピックアップ及びそれを用いた多層ディスク再生装置

(57)【要約】

【課題】 1層あたりの記録密度が高い多層ディスクを再生可能な多層ディスク再生装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 記録層を複数有する多層ディスクを再生する多層ディスク再生装置に用いられる光ピックアップであって、光源と対物レンズの間の光路中に配置され、選択された記録層に応じて、光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正手段を備えたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録層を複数有する多層ディスクを再生する多層ディスク再生装置に用いられる光ピックアップにおいて、

光源と対物レンズの間の光路中に配置され、選択された記録層に応じて、前記光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正手段を備えたことを特徴とする光ピックアップ。

【請求項2】 前記波面収差補正手段は、印加電圧に基づいて屈折率が変化する屈折率可変手段と、前記屈折率可変手段に電圧を印加するための電極と、を備えたことを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ。

【請求項3】 前記電極は、同心円状に分割されていることを特徴とする請求項2記載の光ピックアップ。

【請求項4】 前記波面収差補正手段は、液晶素子により構成したことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光ピックアップ。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載された光ピックアップを備えた多層ディスク再生装置において、

再生すべき記録層を選択する選択手段と、選択された記録層に応じて前記波面収差補正手段を制御する制御手段と、

前記光ピックアップにより読み取られた信号に基づいて記録層に記録された情報を再生する再生手段と、を備えたことを特徴とする多層ディスク再生装置。

【請求項6】 前記制御手段は、複数の記録層の各々に応じた前記波面収差補正手段の制御情報を記憶した記憶手段と、

前記制御情報に基づいて前記波面収差補正手段を駆動する駆動手段とを有し、

前記記憶手段から選択された制御情報を読み出して前記駆動手段に供給することを特徴とする請求項5記載の多層ディスク再生装置。

【請求項7】 前記制御手段は、前記光ピックアップにより読み取られた信号に基づいて前記波面収差補正手段を制御することを特徴とする請求項5記載の多層ディスク再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多層ディスク再生に用いられる光ピックアップ及び多層ディスクから記録情報を再生するための多層ディスク再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】DVD (Digital Video Disc) は、大容量のデジタル情報を記録することのできる光ディスクであって、CD (Compact Disc) と同じ直径12cmのディスクに動画やコンピュータ情報などのデジタル情報をCDの6～8倍の記録密度で記録できるようにしたもの

である。このような高密度記録を達成するために、DVDでは種々の工夫を凝らしている。例えば、DVDでは、記録容量を高めるために、使用するレーザ光源の波長をCDの780nmよりも短い650nmまたは635nmとし、対物レンズの開口数NAをCDの0.45よりも大きな0.6とし、ディスク片面に約5Gバイトの高密度記録を達成している。

【0003】前述したように、DVDはCDに比べてかなりの高密度記録であるため、ビット情報を再生するためのレーザビームのスポット径をCDに比べてかなり小さくする必要がある。レーザビームのスポット径は使用するレーザの波長 $\lambda$ に比例し、対物レンズの開口数NAに反比例する。DVDでは、波長の短いレーザ光源と、開口数NAの大きな対物レンズを用いることによりこれを実現している。

【0004】さらに、記録層を1層ではなく複数の層で構成するいわゆる多層ディスクとすることにより一層の高密度化を行ったディスクが実用化されてきている。このような構成の多層ディスクでは、記録及び再生の際の光ビームの焦点を所望の記録層に合わせて記録再生を行う。

【0005】図6に従来の多層ディスクを単一のピックアップで再生する場合における波面収差による光ビームの様子を示す。ピックアップの対物レンズ602aは、多層ディスク610の記録層である第1の記録層601aを再生する場合を示し、対物レンズ602bは第1層よりもディスク基板表面601sよりも離れた層である第n層を再生する場合を示している。

【0006】例えば、第1層を再生するために第1層に対して光ビームスポットが絞られるように最適設計されたピックアップでは、第1層を再生するには支障ないが、第n層を再生するために対物レンズがディスク基板表面601sに接近し、第n層に焦点が合った場合においても第1層と第n層間の層間厚みにより波面収差が発生し、図6に示すように第n層上に照射される光ビームスポットの径が第1層の場合に比べ大きくなってしま

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、多層ディスクにおいては、光ピックアップにとって最適設計された記録層から各記録層迄の距離が異なるため、波面収差（主として球面収差）が発生し、それぞれの記録層により異なった波面収差となる。特に最適設計された記録層から遠い記録層ほど波面収差の影響が大きくなる。

【0008】すなわち、光ピックアップに対して最適設計された記録層以外の記録層に光ビームを集光させた場合、上記の波面収差の影響により光ビームを絞ることができない。このため最適設計された記録層以外の記録層では、ビットサイズを大きく又はビットの間隔を大きくする必要があり1層あたりの記録密度が低下してしまう

ため、多層ディスク全体の記録密度が低く抑えられてしまうという問題があった。

【0009】本発明は、上記のような問題を解決するためになされたもので、多層ディスクを再生する際に、光ピックアップにとって最適設計された記録層から各記録層迄の距離が異なることにより生じる波面収差を補正することにより、1層あたりの記録密度が高い多層ディスクを再生可能な多層ディスク再生装置を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、記録層を複数有する多層ディスクを再生する多層ディスク再生装置に用いられる光ピックアップであって、光源と対物レンズの間の光路中に配置され、選択された記録層に応じて、光源から射出された光の波面収差を補正する波面収差補正手段を備えたことを特徴とする。

【0011】請求項2記載の発明は、請求項1記載の光ピックアップであって、波面収差補正手段が、印加電圧に基づいて屈折率が変化する屈折率可変手段と、屈折率可変手段に電圧を印加するための電極と、を備えたことを特徴とする。

【0012】請求項3記載の発明は、請求項2記載の光ピックアップであって、電極が、同心円状に分割されていることを特徴とする。

【0013】請求項4記載の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載の光ピックアップであって、波面収差補正手段が、液晶素子により構成したことを特徴とする。

【0014】請求項5記載の発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載された光ピックアップを備えた多層ディスク再生装置において、再生すべき記録層を選択する選択手段と、選択された記録層に応じて波面収差補正手段を制御する制御手段と、光ピックアップにより読み取られた信号に基づいて記録層に記録された情報を再生する再生手段と、を備えたことを特徴とする。

【0015】請求項6記載の発明は、請求項5記載の多層ディスク再生装置であって、制御手段が、複数の記録層の各々に応じた波面収差補正手段の制御情報を記憶した記憶手段と、制御情報に基づいて波面収差補正手段を駆動する駆動手段とを有し、記憶手段から選択された制御情報を読み出して駆動手段に供給することを特徴とする。

【0016】請求項7記載の発明は、請求項5記載の多層ディスク再生装置であって、制御手段が、光ピックアップにより読み取られた信号に基づいて波面収差補正手段を制御することを特徴とする。

#### 【0017】

【作用】本発明は、多層ディスクを再生する際に、光ピックアップにとって最適設計された記録層から各記録層迄の距離が異なることにより生じる波面収差を補正する

ことにより、1層あたりの記録密度が高い多層ディスクを再生できる。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の多層ディスク再生装置の光ピックアップの構成を示す図である。図1において、1はレーザ光源、2は偏光ビームスプリッタ、3は液晶素子としての液晶パネル、4は1/4波長板、5は対物レンズ、610は多層ディスク、7は集光レンズ、8は受光器である。

【0019】レーザ光源1から射出されたレーザビームは、偏光ビームスプリッタ2を通過した後、液晶パネル3、1/4波長板4を通して対物レンズ5で集光され、光ディスクである多層ディスク610の情報記録面に焦点を結ばれる。多層ディスク610の情報記録面から反射したレーザビームの反射光は、対物レンズ5、1/4波長板4、液晶パネル3、偏光ビームスプリッタ2を通り、集光レンズ7を介して受光器8上に像を結ばれるものである。

【0020】なお、1/4波長板4の結晶軸は、液晶パネル制御回路10の基準制御レベルに対して偏光ビームスプリッタ2によって直線偏光波とされたレーザビームの偏光面と45°の角度で交わるように配置されている。

【0021】前記液晶パネル3は、図示しない2枚のガラス基板で挟まれた液晶分子が配向されている。そして、上側（又は下側）の図示しない透明電極には後述する同心円状の電極パターンが形成されており、下側（又は上側）には当該電極パターンに対向して他方の電極が形成されている。

【0022】これら上下の透明電極の各電極パターン部分の印加電圧を液晶パネル制御回路10によって可変制御してやることにより、光ピックアップにとって最適設計された記録層ディスクの基板表面と再生しようとする多層ディスクの記録層との間の厚みの違いによって生じる波面収差を補正することができるようにしたものである。

【0023】図2(a)及び図2(b)を参照して液晶パネルの構造及び動作について説明する。図2(a)において、3は液晶パネル、310～314は液晶パネル3の透明電極による同心円状の各電極を示している。図2(b)は、後述する図2(a)の各電極310～314に対する波面収差補正のための駆動レベルを示している。

【0024】液晶パネル3は、ガラス基板で屈折率異方性を持つ液晶分子が所定の向きに配向されている。そして、上側（または下側）の透明電極で構成される同心円状の電極310～314が形成されているとともに、図示しない下側（または上側）には上側（下側）の電極310～314に対向する他方の電極が形成されている。

10

20

30

40

50

【0025】このような構成の液晶パネル3の各電極にそれぞれ駆動電圧を印加すると、印加された電圧による電界に従って液晶分子の配向が偏倚される。これにより液晶パネル3を透過する光束の進行方向に垂直な断面内の屈折率分布を任意に設定することができ、光束の波面の位相を分割領域毎に制御することができる。すなわち、屈折率可変手段として用いることができる。

【0026】例えば、図2(b)に示すように、電極310を半径 $r_0$ である円形電極の領域A0、電極311を外側半径 $r_1$ で内側半径 $r_0$ である中空円形電極の領域A1、電極312を外側半径 $r_2$ で内側半径 $r_1$ である中空円形電極の領域A2、電極313を外側半径 $r_3$ で内側半径 $r_2$ である中空円形電極の領域A3、電極314を内側半径 $r_3$ の円形に抜かれた電極の領域A4を持つ5分割パターンによる液晶パネル3を用いる場合について説明する。

【0027】このような液晶パネル3の各電極310～314に対し図2(b)に示すように、電極310及び電極314には0、電極311及び電極313にはそれぞれ $d_1$ 、 $d_3$ 、電極312には $d_2$ に示すレベルに相当する電圧を印加する。各電極の間には図示しない電極分離間隙を持つ。ここで $d_1$ と $d_3$ を同じレベルとし、光ビームの中心と各電極の同心円の中心が一致するようになし、各半径 $r_0 \sim r_3$ を光ビームの半径方向の波面収差量に対応する値を選択することにより、この例では電極310～314の駆動レベルを0、 $d_1$ 、 $d_3$ の3値でデジタル信号として簡単な駆動回路で選択切り換えができ、透過光束に対して位相差を与えることにより波面収差を補正することができる。

【0028】図3を参照して本発明の多層ディスク再生装置における波面収差の補正を説明する。図3(a)～(c)及び図3(e)、(f)のそれぞれの横軸の点Oは光軸に相当し、D-D'は光軸Oを通り光軸に垂直な直線上の位置(例えば、対物レンズの瞳面)を表す。また、縦軸のLは波面収差量を表している。

【0029】図3(d)は液晶パネルの同心円状に分割された電極が3分割電極の場合を示し、図3(g)は5分割電極の場合の分割パターンの例である。図3(a)は、光ピックアップにとって最適設計された記録層から再生しようとしている記録層迄の層間厚みによって生じる波面収差の分布形状を示している。通常レーザービームは円形のビームスポットであり、波面収差も半径方向に変化する。また、層間厚みが大きくなると図3(a)の波面収差の2つのピークがより大きくなる。

【0030】図3(a)は記録層上で生じている波面収差を光線追跡により対物レンズの瞳面での波面収差に換算したものを示す図である。このような波面収差を生じる場合に、図3(d)に示すような3分割電極で構成される液晶パネルの電極302の部分で、図3(b)のように、透過光束に図3(a)の波面収差とは逆向きの位

相差を与えるように電圧を印加する駆動制御を行い、電極301、303の部分は透過する光束に位相差を与えずそのまま透過するように電圧を印加する。

【0031】このように液晶パネルの同心円状に分割された電極にそれぞれ異なる電圧を印加することにより、図3(a)のような波面収差に対し、図3(b)で示すような補正が行われ図3(c)で示すように残存波面収差を小さくすることができ、光ビームスポットの径を絞ることが可能になる。

【0032】図3(e)～(g)は、図3(b)～(d)と同様に液晶パネルの同心円状に分割された電極が図3(g)に示すように5分割された場合の波面収差の補正量及び補正結果を示している。

【0033】図3(g)に示すような5分割電極で構成される液晶パネルの各電極により、図3(e)のように、透過光束に図3(a)の波面収差とは逆向きの位相差を与えるように電圧を印加する駆動制御を行うことで、さらに細かな波面収差補正を行うことができる。図3(f)に示すように、図3(c)よりは残存波面収差をさらに小さくすることができ、光ビームスポットの径を絞ることが可能になる。

【0034】図3(f)から明らかなように、3分割パターンに比べて5分割パターンの方がより残存波面収差が小さくなっていることがわかる。つまり電極の分割数を増加させることにより、波面収差の補正の効果が向上することを意味している。

【0035】次に、上述した構成の多層ディスク再生装置での光ピックアップにとって最適設計された記録層から再生しようとしている記録層迄のディスク厚みに対する波面収差の補正の様子をシミュレーションで求めた結果を図4にグラフで示している。すなわち、図4のaで示す直線は収差補正なしの従来の再生装置の場合の波面収差を示し、図4のbで示す直線は液晶パネルの電極を3分割パターンとした場合の補正した収差を示す。図4のcで示す直線は、液晶パネルの電極を5分割パターンとした場合の補正した収差を示している。同図において、縦軸は発生する波面収差を実効値RMSによるナノメートル(nm)で示し、横軸は多層ディスクの厚みをミリメートル(mm)で示す。

【0036】図4のaで示す収差補正なしの場合に比べ、図4のb及びcで示す液晶パネルを用いた補正を行うことで収差を略半分程度に減少することができ、液晶パネルの電極を3分割パターンから5分割パターンとすることにより、さらに収差を減少できることが図4のbと図4のcにより理解できる。このように図4から、本発明による収差補正の効果が大きいことが理解できる。

【0037】次に、上述したような収差補正手段を含む多層ディスク再生装置のブロック図を図5に示す。多層ディスク610は図示しないディスク保持手段及びディスク回転制御装置により回転駆動され、記録情報再生用

ピックアップの対物レンズアクチュエータ502が多層ディスク610に対向して設けられ、多層ディスク610から読み出された情報又はユーザの指示により選択された記録層に光ビームを収束させるべく対物レンズを駆動させる。対物レンズアクチュエータ502を含む光学系の一部に設けられている液晶パネル503は、液晶ドライバ504により駆動制御される。

【0038】また、対物レンズアクチュエータ502はフォーカスドライバ510により駆動制御され、フォーカスドライバ510へは、制御部509から所望の記録層を再生するために操作指令に従ってフォーカスジャンプ信号が供給される。

【0039】制御部509は、液晶ドライバ504へ供給されるべき収差補正量を決定する。メモリ506～508は、多層ディスク610の各記録層に応じた収差補正量を予め記憶したメモリである。制御部509は選択スイッチ505を操作し、メモリ506～508のいずれか1つの中から再生すべき記録層に対応した収差補正量を液晶ドライバ504へ供給するように制御する。

【0040】このような構成により、多層ディスク610の所望の記録層を再生する際に、当該記録層に対応した収差補正量で液晶パネル503を駆動することにより多層ディスク610のディスク厚みにより発生する収差を補正低減することができ、多層ディスクの再生特性を向上することができる。なお図5では、本発明による液晶パネル503に直接関係する部分のみを示し、通常備える他のサーボ制御や信号処理に関しては省略して示している。

【0041】また、上述の例では各記録層毎に対する補正量を記憶させておき、再生すべき記録層に応じた補正量を読み出す構成としたが、別の方法として、記録層毎に再生信号(RF信号)のレベルが異なることを用いて、収差補正量を決定してもよい。

【0042】一般的に基板表面からの距離が大きくなるにつれて反射光量が低くなるためRF信号のレベルが低くなる。つまりRF信号のレベルが高いときは基板に近い記録層を再生していると判断し収差補正量を小さくし、RF信号のレベルが低いときは基板表面から遠い記録層を再生していると判断し収差補正量を大きくするのである。

【0043】さらに別の方法として、再生すべき記録層が選択された時点で収差補正量を決定するのではなく、

再生すべき記録層に光ビームを収束させるべく対物レンズを駆動させたのち、この記録層を読み取って得られるRF信号が最大レベルとなるように収差補正量を制御してもよい。

【0044】

【発明の効果】本発明によれば、多層ディスクを再生する際に、光ピックアップにとって最適設計された記録層から再生しようとしている記録層迄の距離が異なることにより生じる波面収差を補正することにより、1層あたりの記録密度が高い多層ディスクを再生できることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の多層ディスク再生装置の光ピックアップの構成を示す図である。

【図2】本発明の多層ディスク再生装置における収差補正手段のパターン分割及び収差補正の説明図である。

【図3】本発明の多層ディスク再生装置における収差の説明図である。

【図4】本発明の多層ディスク再生装置におけるディスク厚みに対する波面収差を示すグラフである。

【図5】本発明の多層ディスク再生装置のブロック図である。

【図6】従来の多層ディスク再生における模式図である。

【符号の説明】

3・・・液晶パネル

301、302、303・・・電極

310、311、312、313、314・・・電極

502・・・対物レンズアクチュエータ

503・・・液晶パネル

504・・・液晶ドライバ

505・・・スイッチ

506・・・第1層用補正量

507・・・第2層用補正量

508・・・第n層用補正量

509・・・制御部

510・・・フォーカスドライバ

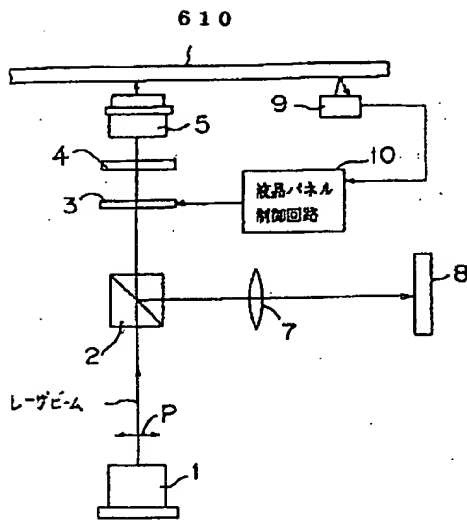
601a、601n・・・記録層

601s・・・ディスク基板表面

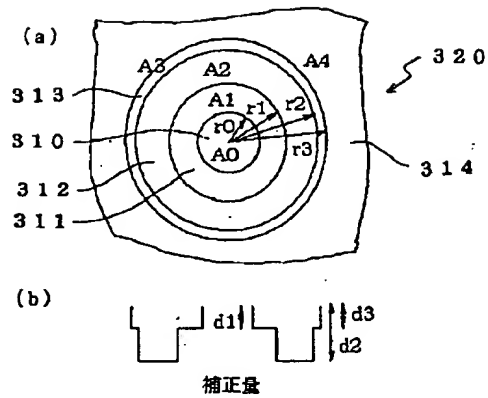
602a、602b・・・対物レンズ

610・・・多層ディスク

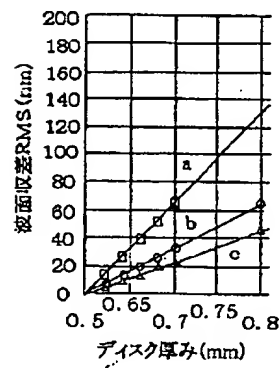
【図1】



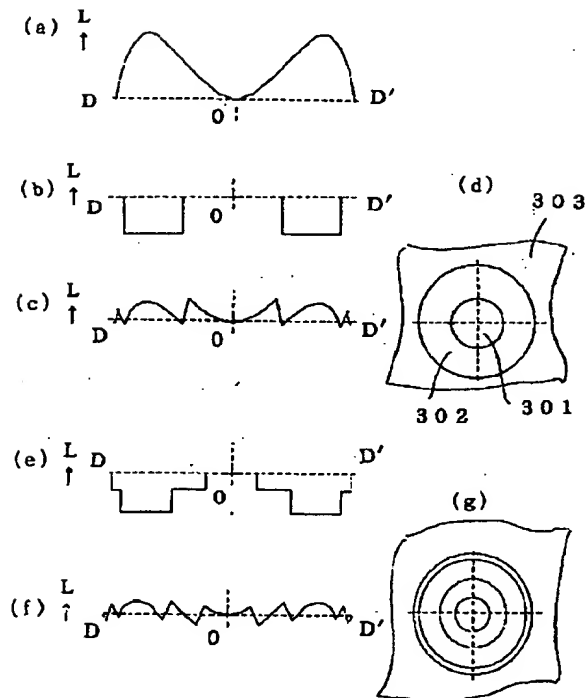
【図2】



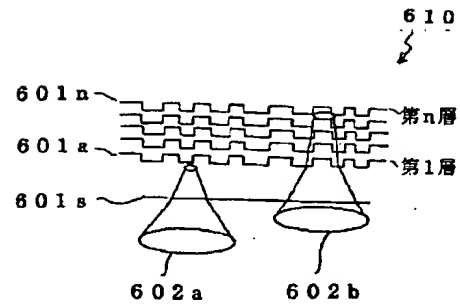
【図4】



【図3】



【図6】



【図5】

